

## RASIONALISASI KERAPATAN POS HUJAN MENGGUNAKAN METODE KAGAN-RODDA DI SUB DAS LESTI

Zulfikar R. Alfirman<sup>1</sup> ([zulfikarriqialfirman@gmail.com](mailto:zulfikarriqialfirman@gmail.com))

Lily M. Limantara<sup>2</sup> ([lilymont2001@gmail.com](mailto:lilymont2001@gmail.com))

Sri Wahyuni<sup>3</sup> ([yuniteknik@ub.ac.id](mailto:yuniteknik@ub.ac.id))

### ABSTRAK

Ketelitian data hujan yang tidak akurat sering menyebabkan pengelolaan SDA (sumber daya air) tidak berjalan sesuai harapan. Mengingat pentingnya informasi data hujan maka diperlukan kajian rasionalisasi atau perencanaan jaringan stasiun hujan yang efektif dan efisien. Studi ini dilakukan di Sub DAS Lesti dengan luas 378,2 km<sup>2</sup> menggunakan metode WMO (World Meteorological Organization) dan Kagan-Rodda. Hasil analisa berdasarkan standar WMO 100-250 km<sup>2</sup>/stasiun hujan, hanya 2 dari 5 stasiun hujan yaitu Dampit dan Poncokusumo yang memenuhi standar. Hasil analisa Kagan-Rodda berdasarkan nilai kesalahan perataan 5% adalah Sub DAS Lesti cukup memiliki 3 stasiun hujan. Hasil rasionalisasi dengan titik stasiun acuan Poncokusumo, menghasilkan rekomendasi menggeser stasiun Dampit sejauh 5,9 km ke utara dan membentuk stasiun hujan baru (A) yang berlokasi di sebelah tenggara stasiun hujan Dampit. Hasil rekomendasi tersebut memiliki luas pengaruh yang sesuai standar WMO untuk masing-masing stasiun hujan, yaitu: Poncokusumo 110,8 km<sup>2</sup>, Dampit 156,5 km<sup>2</sup>, dan A 110,9 km<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** kerapatan pos stasiun hujan; WMO; kagan-rodna

### ABSTRACT

*Accuracy of inaccurate rainfall data often results in inefficient management of water resources. Considering the importance of rainfall data information, an effective and efficient rational study or planning of a rain gauge network is needed. This study was conducted in the Lesti Sub-Watershed with an area of 378,2 km<sup>2</sup> using the WMO (World Meteorological Organization) and Kagan-Rodda methods. The results of the analysis based on WMO standards 100-250 km<sup>2</sup>/rain gauge, only 2 out of 5 rain gauges which is Dampit and Poncokusumo are qualified. The results of the Kagan-Rodda analysis based on a 5% leveling error value are that Lesti Sub-Watershed has enough 3 rain gauges. The results of rationalization with the Poncokusumo reference station point resulted in a recommendation to shift the Dampit station as far as 5,9 km to the north and form a new rain station (A) located to the southeast of the Dampit rain station. The results of the recommendation have an area of influence in accordance with the WMO standard for each rain gauge, namely: Poncokusumo 110,8 km<sup>2</sup>, Dampit 156,5 km<sup>2</sup>, and A 110,9 km<sup>2</sup>.*

**Keywords:** rain gauge network density; WMO standard; kagan-rodna method

## PENDAHULUAN

Data hidrologi mempunyai peran yang sangat penting sebagai bahan informasi dalam suatu perencanaan maupun perancangan bangunan air. Data hidrologi yang dimaksud ialah berupa curah hujan oleh stasiun hujan dan data debit sungai yang tersebar dalam suatu wilayah DAS. Stasiun inidikelola oleh lembaga terkait yang berwenang, yaitu Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS), DPU Bidang Pengairan, dan BMKG. Kuantitas dan kualitas data hidrologi yang tepatdalam penetapan keberadaan air pada suatu DAS sungguh dibutuhkan dalam rangka memaksimalkan keperluan dan PSDA air di wilayah sungai tersebut. Persoalan ini berkaitan

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya;

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya;

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

dengan pentingnya jaringan stasiun hidrologi yaitu stasiun hujan yang sempurna serta perletakan lokasi stasiun hujan yang dapat merepresentasikan karakteristik suatu DAS.

Kesalahan pada pengamatan data hidrologi dalam suatu DAS dapat menyebabkan data yang tidak tepat, sehingga menyebabkan desain, penelitian dan PSDA yang tidak efisien dan efektif. Data hujan merupakan data penting pada analisa hidrologi, oleh karena itu dapat dimengerti jika ketidakakuratan yang terdapat pada data hujan terlalu besar, maka hasil analisa juga diragukan, padahal data tersebut dimanfaatkan sebagai dasar dalam perencanaan maupun perancangan (Harto, 2000, p.35). Kerapatan stasiun hujan dalam DAS merupakan salah satu faktor penting dalam analisis hidrologi, terutama yang menyangkut parameter hujannya. Penentuan jaringan stasiun hujan sangat kompleks, karena tidak dapat dilakukan secara instan, akan tetapi membutuhkan evaluasi yang terus menerus (Harto, 2000, p.35).

Permasalahan erosi, tanah longsor, fluktuasi debit sungai dan sedimentasi yang cukup tinggi juga terjadi pada Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Lesti yang merupakan bagian dari DAS Brantas yang terletak di Kabupaten Malang. Dengan adanya beberapa masalah di Sub DAS Lesti, maka studi kerapatan jaringan stasiun hujan di Sub DAS Lesti sangat diperlukan agar kualitas dan kuantitas data yang didapat lebih baik dan perencanaan PSDA di DAS tersebut dapat lebih optimal.

Beberapa peneliti terdahulu yang sudah melakukan penelitian yang mempunyai topik yang sama adalah sebagai berikut: Denik, dkk (2011); Lalu, dkk (2015); Utari, dkk (2018); M. Rodhita, dkk (2012); Yerison, dkk (2012). Semua peneliti mendapatkan hasil kerapatan pos stasiun hujan yang baik dalam menerapkan metode Kagan-Rodda. Hal yang membedakan penelitian ini dengan peneliti-peneliti terdahulu adalah selain lokasi studi yaitu bahwa dalam penelitian ini fokus dalam mencari rekomendasi Kagan-Rodda untuk persebaran stasiun hujan yang baik dengan dengan melakukan trial menggunakan dua stasiun hujan acuan hasil analisis WMO sehingga didapatkan posisi stasiun hujan yang memiliki luas pengaruh daerah yang besar dan menjadi representasi dari stasiun hujan yang dapat mewakili Sub DAS tersebut.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Pengukuran hujan pada daerah tertentu adalah merupakan data hujan lokal yang diperoleh dari pos penakar hujan. Oleh karena itu perlu adanya pos penakar hujan yang kerapatan dan penyebarannya terdistribusi dengan baik.

Pemilihan jumlah lokasi stasiun penakar hujan pada suatu DAS untuk kepentingan analisis hidrologi, terdapat dua pendapat yang berbeda, yaitu (Harto, 1986, p.12):

1. Penempatan stasiun hujan yang terbagi merata dengan pola tertentu akan menghasilkan perkiraan hujan yang lebih baik dibandingkan dengan penempatan stasiun hujan secara rambang.
2. Stasiun hujan dapat ditempatkan sedemikian rupa, sehingga di bagian daerah dengan variasi hujan tinggi mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan pada daerah lain yang variasi hujannya rendah.

Penelitian yang berkaitan dengan penentuan jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan yang memadai untuk analisis hidrologi pada suatu DAS telah banyak dilakukan dengan berbagai cara. Tetapi semuanya perlu mendapatkan pengujian lebih lanjut untuk digunakan dan diterapkan di Indonesia terutama di pulau Jawa. Karena masing-masing cara membutuhkan tuntutan kuantitas dan kualitas data yang berbeda dan harus disesuaikan dengan daerah dimana penelitian tersebut dilakukan.

### **Standar WMO**

Standar WMO (World Meteorological Organization) memberikan pedoman kerapatan minimum sebagai berikut (Linsley, 1986, p.67):

1. Daerah datar pada zona beriklim sedang, tropis dan mediteranian, 100 km<sup>2</sup>-900 km<sup>2</sup> untuk setiap pos hujan.
2. Daerah pegunungan pada zona beriklim sedang, tropis dan mediteranian, sebesar 100 km<sup>2</sup>-250 km<sup>2</sup> untuk setiap pos hujan.
3. Daerah pulau-pulau yang mempunyai pegunungan kecil dan hujan yang tak beraturan, sebesar 25 km<sup>2</sup> untuk setiap pos hujan.
4. Zona-zona kering dan kutub, sebesar 1.500 km<sup>2</sup>-10.000 km<sup>2</sup> untuk setiap pos hujan.

Berdasarkan standar WMO diatas, Sub DAS Lesti merupakan daerah pegunungan pada zona beriklim sedang, mediterania, dan tropis dengan kerapatan minimum 100-250 km<sup>2</sup> untuk setiap stasiun hujan.

### Metode Kagan-Rodda

Terdapat beberapa cara dalam penetapan jaringan stasiun hujan, namun cara Kagan-Rodda merupakan metode yang relatif simple dalam penerapannya, yaitu tentang data yang diperlukan maupun dalam langkah-langkah perhitungan. Kelebihan metode ini adalah jumlah pos hujan dapat ditetapkan dalam tingkat ketelitian tertentu, dan juga cara ini sekaligus memberikan pola penempatan dan persebaran stasiun hujan dengan jelas (PU Pengairan, 2014:22).

Kagan (1972) melakukan penelitian pada daerah tropis yang hujannya bersifat lokal dengan areal penyebarannya yang tidak luas memiliki variasi ruang untuk hujan dengan kala ulang tertentu adalah sangat tidak bervariasi meskipun dalam kenyataannya menunjukkan suatu korelasi pada tahap tertentu (Harto, 1993, p.22).

Secara garis besar langkah-langkah perhitungan yang dilakukan dalam perencanaan jaringan Kagan- Rodda adalah seperti di bawah ini (Harto,1993, p.32):

1. Nilai koefisien variasi (Cv) didapatkan dari jaringan pos hujan yang tersedia
2. Berdasarkan pos hujan yang sudah ada, dibuat hubungan antara jarak pos dengan data hujan disesuaikan dengan keperluan. Dalam penentuan tersebut tidak perlu memperhatikan arah, karena tidak berdampak pada korelasi antara keduanya.
3. Hubungan yang didapat pada tahap sebelumnya digambar pada grafik lengkung eksponensial, sehingga dari grafik tersebut didapat nilai  $d_{(0)}$  dengan menggunakan nilai rerata  $d$  dan  $r_{(d)}$ .

Setelah jumlah stasiun hujan pada DAS yang ditinjau ditetapkan, maka penentuan pos hujan dilakukan dengan jaring-jaring segitiga sama sisi dengan panjang sisi L.

Dari jaring-jaring Kagan-Rodda yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan pemindahan-pemindahan sedemikian rupa, sehingga jumlah simpul segitiga yang berada di dalam DAS tersebut sama dengan jumlah pos hujan yang dihitung. Simpul-simpul tersebut merupakan lokasi stasiun hujan.

Rumus matematis yang digunakan untuk analisa Kagan-Rodda seperti dibawah ini (Harto, 1993:31):

$$r_{(d)} = r_{(0)} \cdot e^{\frac{-d}{d_0}} \tag{1}$$

$$Z_1 = Cv \cdot \sqrt{\frac{1 - r_{(0)} + \left( \frac{0,23\sqrt{A}}{d_{(0)}\sqrt{n}} \right)}{n}} \tag{2}$$

$$Z_3 = C_v \cdot \sqrt{\left[ \frac{1}{3}(1-r_{(0)}) + \frac{0,52r_{(0)}\sqrt{\frac{A}{n}}}{d_{(0)}} \right]} \quad (3)$$

$$L = 1,07 \cdot \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (4)$$

dengan:

- $r_{(d)}$  = koefisien korelasi untuk jarak pos sejauh d
- $r_{(0)}$  = koefisien korelasi untuk jarak pos yang sangat pendek
- d = jarak antar pos (km)
- $d_{(0)}$  = radius korelasi
- $C_v$  = koefisien variasi
- A = adalah luas DAS (km<sup>2</sup>)
- n = jumlah pos
- $Z_1, Z_3$  = kesalahan perataan (%) dan kesalahan interpolasi (%)
- L = jarak antar pos (km)

Metode Kagan-Rodda ini bisa dipergunakan untuk dua kondisi yaitu:

1. Apabila di dalam DAS sama sekali belum ada stasiun hujan, maka cara yang dapat ditempuh adalah dengan mencoba memanfaatkan data hujan di daerah sekitarnya untuk dapat mengetahui tingkat variabilitasnya (nilai koefisien variasi) dan setelah beberapa tahun pengoperasian, maka jaringan tersebut perlu diuji kembali untuk meningkatkan kualitasnya.
2. Apabila di dalam DAS telah tersedia jaringan stasiun hujan, maka cara ini dapat dipergunakan untuk mengevaluasi apakah jaringan yang telah ada telah mencakupi (untuk tingkat ketelitian yang dikehendaki), atau dapat pula digunakan untuk menentukan pos-pos yang digunakan pada analisa berikutnya. Dalam kaitan ini jaringan yang tersedia dibandingkan dengan jaringan yang telah diperoleh dengan metode Kagan-Rodda. Jika jumlah stasiun yang telah ada masih lebih kecil dibandingkan dengan jumlah stasiun yang dituntut dengan cara Kagan-Rodda dapat dipergunakan dengan menambahkan stasiun-stasiun yang lain. Akan tetapi apabila jumlah pos yang telah ada lebih besar dibandingkan dengan jumlah pos yang dituntut berdasarkan metode Kagan-Rodda, maka stasiun-stasiun tertentu dapat tidak dipergunakan untuk analisis selanjutnya.

## METODE PENELITIAN

Langkah-langkah pengerjaan studi:

1. Pengumpulan data.
2. Analisa hidrologi untuk menguji kualitas data.
3. Analisis curah hujan rerata daerah dengan Poligon Thiessen.
4. Analisis kerapatan jaringan stasiun hujan dengan standar WMO.
5. Menghitung nilai koefisien variasi dari perhitungan curah hujan rerata daerah.
6. Menghitung nilai koefisien korelasi antar pos hujan.
7. Mencari jarak antar pos hujan dengan program ArcGIS 10.5.
8. Menghubungkan koefisien korelasi dan jarak antar pos hujan pada grafik eksponensial.
9. Mendapatkan nilai  $r_{(0)}$  dan  $d_{(0)}$  dari grafik eksponensial.

10. Analisa kerapatan jaringan pos hujan metode Kagan-Rodda, dengan menghitung nilai kesalahan perataan ( $Z_1$ ) dan kesalahan interpolasi ( $Z_3$ ).
11. Dengan nilai maksimal kesalahan perataan 5%, didapatkan nilai n sebagai jumlah stasiun hujan.
12. Rasionalisasi persebaran stasiun hujan dengan penggambaran segitiga Kagan-Rodda

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kualitas Data

Uji kualitas data dilakukan guna mengetahui stasiun mana yang memiliki data yang baik. Berdasarkan hasil pengujian kualitas data, data curah hujan kumulatif tahunan memiliki kualitas data yang paling baik sehingga untuk analisa yang dilakukan selanjutnya menggunakan data curah hujan kumulatif tahunan.

### Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Analisa curah hujan rerata daerah dilakukan dengan cara Poligon Thiessen dengan tahap awal mencari nilai faktor koreksi ( $K_r$ ) dari setiap stasiun hujan (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor Koreksi Luas Pengaruh Poligon Thiessen

| Stasiun       | Luas (km <sup>2</sup> ) | K <sub>r</sub> | Luas Pengaruh (%) |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Dampit        | 190,7                   | 0,504          | 50,4              |
| Poncokusumo   | 133,9                   | 0,354          | 35,4              |
| Tumpukrenteng | 29,8                    | 0,079          | 7,9               |
| Turen         | 12,6                    | 0,033          | 3,3               |
| Sitiarjo      | 11,2                    | 0,030          | 3,0               |
| ∑ (Jumlah)    | 378,2                   | 1              | 100               |

Setelah mendapatkan nilai  $K_r$ , maka data hujan masing-masing stasiun dikalikan dengan nilai  $K_r$ , dan dihitung Curah Hujan Tahunannya menggunakan Thiessen (Tabel 2.).

Tabel 2. Nilai Curah Hujan Rerata Daerah

| Tahun | CH Thiessen |
|-------|-------------|
| 2008  | 2121        |
| 2009  | 2042        |
| 2010  | 3596        |
| 2011  | 1723        |
| 2012  | 1804        |
| 2013  | 2120        |
| 2014  | 1604        |
| 2015  | 1715        |
| 2016  | 3146        |
| 2017  | 2010        |

### Analisis Standar WMO

Analisa WMO dilakukan untuk mengetahui kondisi penyebaran stasiun hujan eksisting yang ada pada Sub DAS Lesti. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh WMO, Sub DAS Lesti

merupakan daerah tropis dengan ketentuan minimum kerapatan stasiun hujan adalah 100 – 250 km<sup>2</sup>/stasiun. Berdasarkan standar tersebut, Sub DAS Lesti dengan luas 378,2 km<sup>2</sup> hanya membutuhkan 2 atau 3 stasiun hujan. Dalam melakukan analisa WMO, hal pertama yang dilakukan adalah mencari luas pengaruh tiap stasiun dengan Poligon Thiessen, kemudian luas pengaruh Thiessen tersebut dibandingkan dengan standar kerapatan minimum WMO.

Dari hasil analisa Tabel 3, dapat dilihat bahwa dari 5 pos hujan yang ada di Sub DAS Lesti, hanya 2 pos yang memenuhi standar WMO yaitu stasiun Dampit dan Poncokusumo. Hasil analisa ini selanjutnya dipertimbangkan dalam rasionalisasi menggunakan metode Kagan-Rodda.

Tabel 3. Hasil Analisis Standar WMO

| No. | Nama Stasiun  | Luas<br>km <sup>2</sup> | Presentase<br>% | Luas Daerah Stasiun Hujan                |
|-----|---------------|-------------------------|-----------------|--|
|     |               |                         |                 | Kondisi Ideal<br>100-250 km <sup>2</sup> |
| 1   | Dampit        | 190,7                   | 50,4            | Ideal                                    |
| 2   | Poncokusumo   | 133,9                   | 35,4            | Ideal                                    |
| 3   | Tumpukrenteng | 29,8                    | 7,9             | -  |
| 4   | Turen         | 12,6                    | 3,3             | -  |
| 5   | Sitiarjo      | 11,2                    | 3,0             | -  |

### Analisa Metode Kagan Rodda

Langkah pertama dalam analisis Kagan-Rodda adalah mencari nilai koefisien variasi (Cv). Dengan menggunakan data curah hujan rerata daerah, dilakukan perhitungan hingga mendapat nilai Cv sebesar 0,3. Setelah mendapatkan nilai Cv (Tabel 4), dilakukan perhitungan nilai koefisien korelasi antar stasiun hujan.

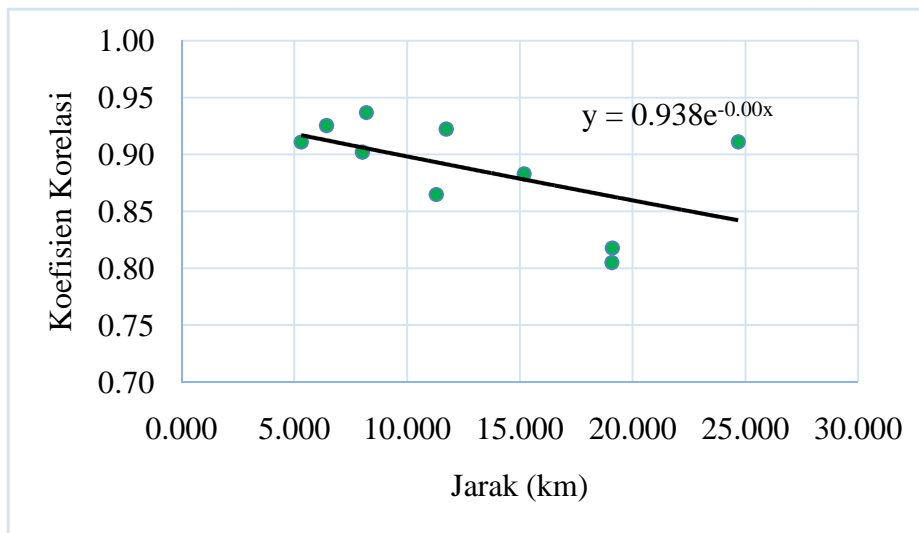
Tabel 4. Nilai Koefisien Korelasi

| Koef. Korelasi | Dampit | Poncokusumo | Tumpukrenteng | Turen | Sitiarjo |
|----------------|--------|-------------|---------------|-------|----------|
| Dampit         | 1      | 0,805       | 0,865         | 0,902 | 0,937    |
| Poncokusumo    | 0,805  | 1           | 0,883         | 0,818 | 0,911    |
| Tumpukrenteng  | 0,865  | 0,883       | 1             | 0,911 | 0,922    |
| Turen          | 0,902  | 0,818       | 0,911         | 1     | 0,925    |
| Sitiarjo       | 0,937  | 0,911       | 0,922         | 0,925 | 1        |

Tabel 5. Jarak Antar Stasiun Hujan

| Jarak         | Dampit | Poncokusumo | Tumpukrenteng | Turen | Sitiarjo |
|---------------|--------|-------------|---------------|-------|----------|
| Dampit        | -      | 19,1        | 11,3          | 8,0   | 8,2      |
| Poncokusumo   | 19,1   | -           | 15,2          | 19,1  | 24,7     |
| Tumpukrenteng | 11,3   | 15,2        | -             | 5,3   | 11,7     |
| Turen         | 8,0    | 19,1        | 5,3           | -     | 6,4      |
| Sitiarjo      | 8,2    | 24,7        | 11,7          | 6,4   | -        |

Dari hasil nilai koefisien korelasi dan jarak antar stasiun hujan (Tabel 5), maka digambarkan grafik eksponensial sebagai berikut (Gambar 1):



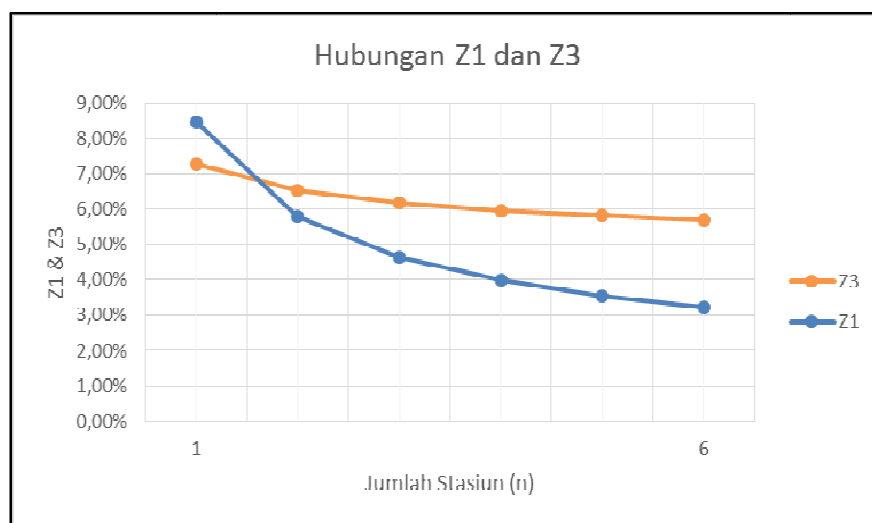
Gambar 1. Hubungan Koefisien Korelasi dan Jarak Antar Stasiun Hujan

Berdasarkan Gambar 2., diperoleh  $r_{(0)} = 0,9386$  dan nilai  $d_{(0)} = 1/0,004 = 250$  km, dilanjutkan perhitungan kesalahan perataan ( $Z_1$ ) dan kesalahan interpolasi ( $Z_3$ ) dengan maksimal 5%.

Tabel 6. Perhitungan  $Z_1$  dan  $Z_3$

| n | Cv    | $r_{(0)}$ | A (km <sup>2</sup> ) | $d_{(0)}$ | $A^{1/2}$ | $N^{1/2}$ | $(A/N)^{1/2}$ | $Z_1$ | $Z_3$ |
|---|-------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------|-------|
| 1 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 1,000     | 19,45         | 8,46% | 7,26% |
| 2 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 1,414     | 13,75         | 5,78% | 6,54% |
| 3 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 1,732     | 11,23         | 4,65% | 6,19% |
| 4 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 2,000     | 9,72          | 3,98% | 5,97% |
| 5 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 2,236     | 8,70          | 3,54% | 5,81% |
| 6 | 0,300 | 0,939     | 378,2                | 250       | 19,447    | 2,449     | 7,94          | 3,21% | 5,70% |

Berdasarkan batas  $Z_1$  5%, diperoleh jumlah pos hujan (n) yang dibutuhkan di Sub DAS Lesti sebanyak 3 stasiun hujan pada nilai  $Z_1$  sebesar 4,65% (Tabel 6). Setelah didapatkan jumlah stasiun hujan terpilih, dilakukan perhitungan untuk mencari panjang sisi segitiga Kagan-Rodda. Didapatkan hasil panjang L segitiga adalah 12 km. Hubungan antara jumlah pos hujan dengan kesalahan perataan serta kesalahan interpolasi yang terjadi ditampilkan pada gambar berikut:

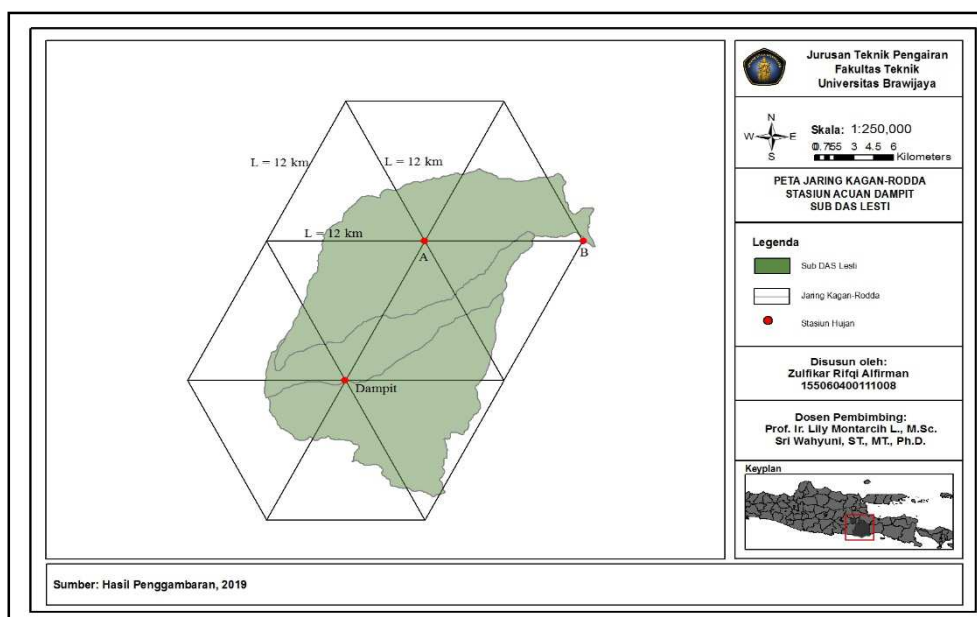


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Jumlah Stasiun Hujan dengan  $Z_1$  dan  $Z_3$

## Rasionalisasi Metode Kagan-Rodda dengan Memperhatikan Standar WMO

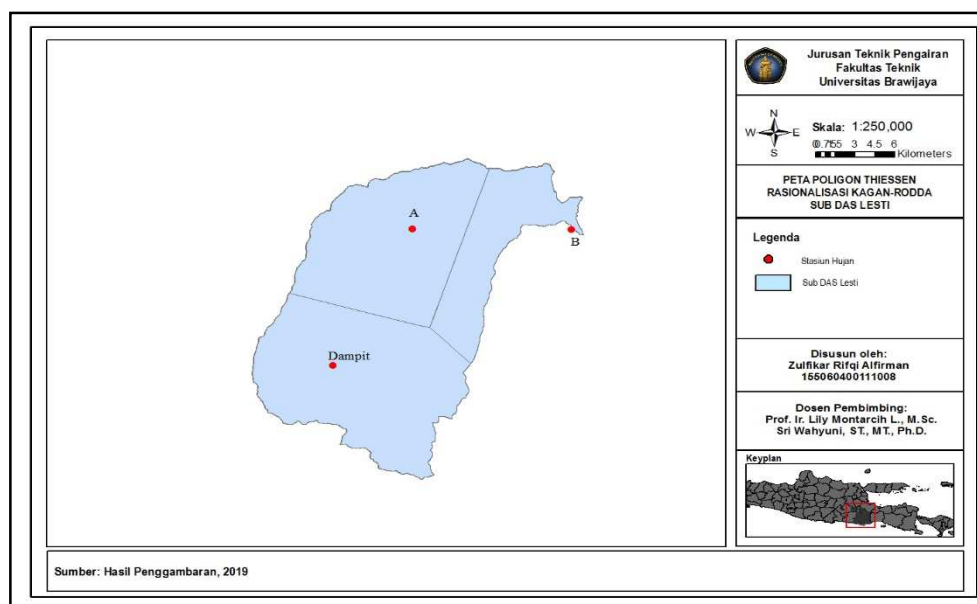
### Trial Pertama (Stasiun Dampit)

Dengan panjang 12 km, dapat digambarkan segitiga Kagan-Rodda diatas peta Sub DAS Lesti dengan titik stasiun acuan yaitu stasiun hujan Dampit seperti jaring-jaring pada Gambar 3:



Gambar 3. Jaring-jaring Segitiga Kagan-Rodda dengan Stasiun Acuan Dampit

Rasionalisasi diatas menghasilkan luasan Thiessen untuk 3 stasiun hujan (Gambar 4):



Gambar 4. Poligon Thiessen Rasionalisasi Kagan-Rodda dengan Stasiun Acuan Dampit

Tabel 7. Luas Pengaruh Stasiun Hujan Trial Dampit

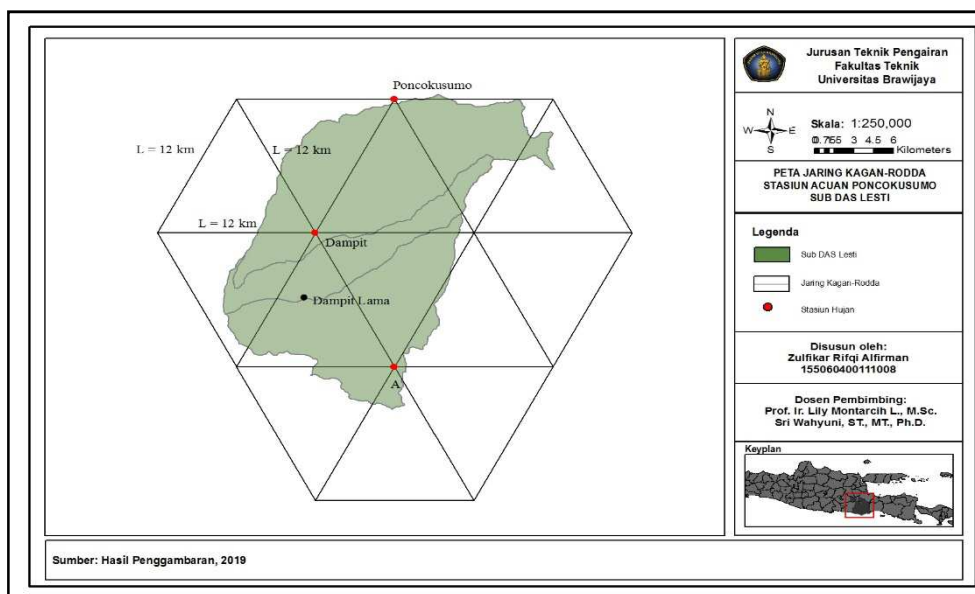
| Stasiun | Luas (km <sup>2</sup> ) |
|---------|-------------------------|
| Dampit  | 168,6                   |
| A       | 140,8                   |
| B       | 71,5                    |



Pada trial dengan stasiun acuan Dampit, didapatkan rekomendasi untuk menambahkan 2 stasiun baru sesuai dengan simpul segitiga yang terbentuk. Jika dilihat pada hasil luas pengaruh stasiun hujan, hanya stasiun A dan Dampit yang memenuhi standar WMO untuk kerapatan jaringan pos hujan di Sub DAS Lesti dengan luas pengaruh 140,8 km<sup>2</sup> untuk Stasiun A dan 168,8 km<sup>2</sup> untuk stasiun Dampit, sedangkan stasiun B tidak memenuhi standar WMO untuk Sub DAS Lesti yaitu 100-250 km<sup>2</sup>/stasiun (Tabel 7).

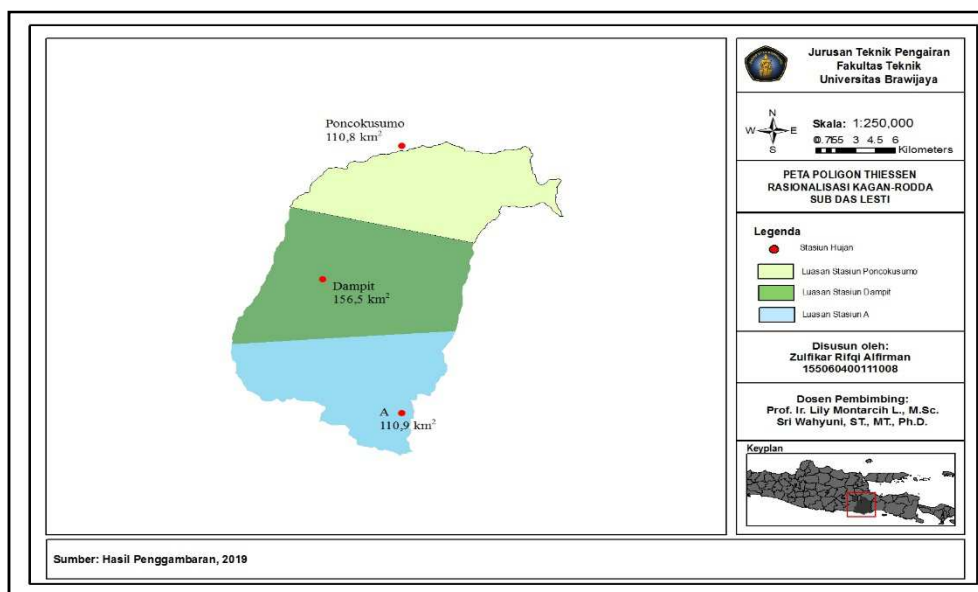
### Trial Kedua (Stasiun Poncokusumo)

Dengan panjang 12 km, dapat digambarkan segitiga Kagan-Rodda diatas peta Sub DAS Lesti dengan titik stasiun acuan yaitu stasiun hujan Poncokusumo seperti jaring-jaring pada Gambar 5:



Gambar 5. Jaring-jaring Segitiga Kagan-Rodda dengan Stasiun Acuan Poncokusumo

Rasionalisasi diatas menghasilkan luasan Thiessen untuk 3 stasiun hujan (Gambar 6):



Gambar 6. Poligon Thiessen Rasionalisasi Kagan-Rodda dengan Stasiun Acuan Poncokusumo

*Tabel 8. Luas Pengaruh Stasiun Hujan Trial Poncokusumo*

| Stasiun     | Luas (km <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------------------|
| Poncokusumo | 110,8                   |
| Dampit      | 156,5                   |
| A           | 110,9                   |

Pada trial kedua dengan stasiun acuan Poncokusumo, didapatkan rekomendasi untuk menambahkan 1 stasiun baru sesuai dengan simpul segitiga yang terbentuk serta menggeser stasiun Dampit sesuai dengan simpul segitiga Kagan-Rodda (Gambar 5). Jika dilihat pada hasil luas pengaruh stasiun hujan, semua stasiun hujan rekomendasi telah memenuhi standar WMO untuk Sub DAS Lesti yaitu 100-250 km<sup>2</sup>/stasiun.

Hasil rekomendasi dari trial kedua adalah rekomendasi yang rasional dalam studi ini, didukung koefisien luasan Thiessen yang ideal karena luas daerah pengaruh masing-masing stasiun hujan merata, serta telah memenuhi standar WMO untuk kerapatan jaringan pos hujan di Sub DAS Lesti.

Dengan pergeseran stasiun Dampit sejauh 5,9 km ke utara dan penambahan stasiun hujan yang dilakukan dengan jaring-jaring Kagan-Rodda pada trial kedua, maka didapatkan perbandingan koordinat stasiun hujan eksisting dan yang baru sebagai berikut:

*Tabel 9. Koordinat Stasiun Hujan Eksisting dan Rekomendasi*

| No. | Stasiun Eksisting | Koordinat     |                 | Stasiun Kagan-Rodda | Koordinat     |                 |
|-----|-------------------|---------------|-----------------|---------------------|---------------|-----------------|
|     |                   | L. Selatan    | B. Timur        |                     | L. Selatan    | B. Timur        |
| 1   | Poncokusumo       | 8° 03' 4,09"  | 112° 48' 43,52" | Poncokusumo         | 8° 03' 4,09"  | 112° 48' 43,52" |
| 2   | Dampit            | 8° 12' 44,41" | 112° 45' 02"    | Dampit              | 8° 16' 5,23"  | 112° 48' 47,05" |
| 3   | Tumpuk renteng    | 8° 07' 32,29" | 112° 41' 47"    | A                   | 8° 09' 35,52" | 112° 45' 29,28" |
| 4   | Turen             | 8° 10' 23,29" | 112° 41' 21,8"  | -                   | -             | -               |
| 5   | Sitiarjo          | 8° 13' 49"    | 112° 40' 43"    | -                   | -             | -               |

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisa WMO dengan syarat kerapatan 100-250 km<sup>2</sup>/stasiun hujan, untuk Sub DAS Lesti yang merupakan daerah dataran tinggi beriklim sedang, daerah tropis dan mediteran, didapatkan hasil bahwa hanya ada 2 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Dampit dan Poncokusumo yang memenuhi standar WMO;
2. Analisis Kagan-Rodda dilakukan untuk mendapatkan koefisien variasi dan koefisien korelasi. Setelah didapatkan kedua nilai tersebut, dicari jarak antar stasiun hujan, lalu dihitung kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi. Pada perhitungan didapatkan nilai kesalahan perataan (Z1) kurang dari 5% maka didapatkan pos hujan yang diperlukan di Sub DAS Lesti adalah 3 pos hujan (n) dengan nilai kesalahan perataan 4,65 %;
3. Rekomendasi yang dihasilkan yaitu stasiun Poncokusumo sebagai stasiun acuan tetap pada koordinat asli, kemudian menggeser stasiun Dampit, serta menambahkan 1 stasiun hujan baru yaitu stasiun A di dalam Sub DAS Lesti. Hasil kerapatan dari rekomendasi tersebut dapat dilihat dengan luasan pengaruh yang didapatkan masing-masing stasiun hujan, yaitu Poncokusumo (110,8 km<sup>2</sup>), Dampit (156,5 km<sup>2</sup>), dan A (110,9 km<sup>2</sup>). Dengan luas pengaruh stasiun hujan yang didapatkan, maka rasionalisasi yang dilakukan telah berhasil mendapatkan rekomendasi sebaran stasiun hujan yang sesuai dengan standar WMO di Sub DAS Lesti yaitu 100-250 km<sup>2</sup>/stasiun hujan.

## Daftar Pustaka

- Denik Sri Krisnayanti. (2011). *Evaluasi Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Terhadap Ketelitian Perkiraan Hujan Rancangan Pada Sws Noelmina Di Pulau Timor*. Jurnal Teknik Sipil, Volume 1, Nomor 2, hlmn 57-71, Universitas Nusa Cendana.
- Harto Br, S. (1986). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Harto Br, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Harto Br, S. (2000). *Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Lalu Sigar Canggih Ranesar, Lily Montarcih dan Donny Harisuseso. (2015). *Analisis Rasionalisasi Jaringan Pos Hujan untuk Kalibrasi Hidrograf pada DAS Babab Kabupaten Lombok Tengah*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 6, Nomor 1, Mei 2015, hlm 46-54.
- Linsley, R., Kohler, M. A., & Paulhus. (1986). *Hidrologi Untuk Insiyur*. Jakarta: Erlangga. Juli 1998.
- Muhamad Rodhita, Lily Montarcih Limantara dan Very Dermawan. (2012). *Rasionalisasi Jaringan Penakar Hujan Di DAS Kedungsoko Kabupaten Nganjuk*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, Nomor 2, Desember 2012, hlm 185-194.
- PU Pengairan, 2014:22. *Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi dengan Metode Stepwise, Analisa Bobot, Kriging, Kagan dan Analisa Regional*. Jakarta.
- Utari Dwi Lestari, Sih Andajani dan Dina P.A Hidayat. (2018). *Studi Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan di DAS Cisadane Menggunakan Metode Kagan Rodda*. Proseding Konferensi Nasional teknik Sipil 12, Batam, 18-19 September 2018..
- World Meteorological Organization. (1972). *Guide to Hydrologycal Practices, 4 Edition*. Genewa Switzerland: WMO.
- World Meteorological Organization. (1981). *Guide to Hydrologycal Practices, 4 Edition*. Genewa Switzerland: WMO.
- Yerison Dimu Ratu, Denik Sri Krisnayanti dan I Made Udiana. (2012). *Analisis Kerapatan Jaringan Stasiun Curah Hujan Pada Wilayah Sungai (WS) Aesesa di Pulau Flores*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Volume 1, Nomor 4.

